

# Egészségügyi mérnöki mesterképzés\*

JOBBÁGY ÁKOS DR.<sup>1</sup> ■ BENYÓ ZOLTÁN DR.<sup>1</sup> ■ MONOS EMIL DR.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Budapest

<sup>2</sup>Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Klinikai Kísérleti Kutató-  
és Humán Élettani Intézet, Budapest

Az európai felsőoktatási struktúra harmonizálását célul kitűző Bolognai Nyilatkozatnak megfelelően 2009-től Magyarországon az egészségügyimérnök-képzés mesterképzés (MSc) lesz. A BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar gesztorálásával 1995-ben indult orvosbiológiai (2002 óta egészségügyi) mérnöki szakon a tanulmányok megkezdésének feltétele volt a mérnöki vagy orvosi, vagy természettudományos alapképzésben megszerzett legalább 180 kredit. Ennek megléte esetén a tanulmányokat meg lehetett kezdeni az alapképzéssel párhuzamosan is. A szak lényegében mesterképzésnek volt tekinthető. Kimérete 130 kredit volt. Figyelembe véve, hogy a mintatantervben az első három félévben a szokásos hallgatói terhelés egyharmada szerepelt, az ekvivalens képzési idő 4 félév volt. Így az áttérés a jelenlegi, egyetemi szintű diplomát adó képzésről a mesterképzésre minimális változást jelent. A cikk ismerteti az egészségügyi mérnöki mesterképzést, megadva a mintatantervben szereplő tantárgyakat is.

**Kulcsszavak:** egészségügyimérnök-képzés, mesterképzés, Bolognai Nyilatkozat

## Master course in biomedical engineering

The Bologna Declaration aims at harmonizing the European higher education structure. In accordance with the Declaration, biomedical engineering will be offered as a master (MSc) course also in Hungary, from year 2009. Since 1995 biomedical engineering course has been held in cooperation of three universities: Semmelweis University, Budapest Veterinary University, and Budapest University of Technology and Economics. One of the latter's faculties, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, has been responsible for the course. Students could start their biomedical engineering studies – usually in parallel with their first degree course – after they collected at least 180 ECTS credits. Consequently, the biomedical engineering course could have been considered as a master course even before the Bologna Declaration. Students had to collect 130 ECTS credits during the six-semester course. This is equivalent to four-semester full-time studies, because during the first three semesters the curriculum required to gain only one third of the usual ECTS credits. The paper gives a survey on the new biomedical engineering master course, briefly summing up also the subjects in the curriculum.

**Keywords:** biomedical engineering course, MSc course, Bologna Declaration

(Beérkezett: 2009. szeptember 19.; elfogadva: 2009. szeptember 29.)

Az orvosbiológiai mérnökök (biomedical engineer) képzése az 1970-es években jelent meg önálló szakként a világban, eleinte elsősorban az Egyesült Államokban. Jelenleg a világban több mint 300 orvosbiológiai mérnöki képzési program létezik, ebből csaknem 100 Európában [1]. A Budapesti Műszaki Egyetemen az 1970-es években orvosbiológiai mérés-technika szakmérnöki szak indult. 1995-ben orvosbiológiai mérnök-képzés indult a Budapesti Műszaki Egyetem, a Semmelweis Orvostudományi Egyetem és az Állatorvos-tudományi Egyetem részvételével, gesztorintézmény a BME Villamosmérnöki Kar. Az országban jelenleg egyedülként ezen a szakon történik egészségügyi (1999 előtt orvosbiológiai) mérnökök képzése, 2009-ig 301 diploma került

kiadásra, ebből 55 orvosi alapidplomával rendelkezőknek.

A szak megfelel a 83/1999. (VI. 11.) kormányrendelet szerinti *orvosbiológiai mérnök szak*nak, amelynek elnevezését a kormány 157/1996. (X. 22.) rendelet módosító 3/2002. (I. 11.) kormányrendelet *egészségügyi mérnök szakra* változtatta.

Az egészségügyi ellátás hatékonyságának növelése a fejlett országokban jelentős mértékben magas színvonalú, korszerű műszerezettséget igényel. Ennek megtervezése és működtetése szükségessé teszi orvosok és mérnökök kooperációját. Az orvosbiológiai, egészségügyi mérnökök az orvos-mérnök együttműködést hatékonyan segítik.

\*A Budamed '08 konferencián 2008. november 6-án, Budapesten elhangzott előadás átdolgozott változata.

Nemzetközi statisztikák jelzik, hogy a fejlett országokban az orvosbiológiai mérnökök iránti kereslet növekszik. A Whitaker Foundation – a legnagyobb, orvostech-nikai oktatást segítő alapítvány a világon – előrejelzése szerint az Egyesült Államokban a következő tíz évben mintegy 20%-kal fog növekedni a kereslet biomér-nökök és orvosbiológiai mérnökök iránt. Magyarországon az egészségügyi ellátást a jelenlegi műszerezettség szinten is jelentősen javítaná, ha a meglévő készülékek működtetésében, továbbá a műszerpark bővítésében az orvosbiológiai mérnökök szerepe növekedne.

Magyarországon az orvosbiológiai mérnökök képzését az 1999-ben kiadott Bolognai Nyilatkozat szerinti második képzési ciklusban, mesterszinten tartjuk optimálisnak [2].

## Az egészségügyi mérnöki mesterképzés

### A képzés célja

A képzés célja olyan interdiszciplináris elméleti és gyakorlati ismeretekkel, valamint alkalmazási készséggel rendelkező mérnökök képzése, akik műszaki vagy informatikai, vagy orvosi, vagy természettudományos alaptudásukat kiegészítve, az elméleti és a gyakorlati jellegű egészségügyi mérnöki tevékenységek rendkívül széles területén alkalmazhatók. Az egészségügyi mérnökök az élő és élettelen természettudományos, műszaki, gazdasági és humán ismereteik, továbbá az ezekhez kapcsolódó készségeik révén alkalmasak szakterületükön tervezői és kutatási-fejlesztési feladatok ellátására, egészségügyi és műszaki szakemberekből álló csoportok kutató-fejlesztő és alkalmazói munkájában való közreműködésre, megfelelő gyakorlat után ilyen csoportok önálló irányítására is. A mesterfokozat megszerzése feljogosít a doktori képzésben való részvételre [3].

### A megszerezhető ismeretek

A mesterképzésben az alábbi ismeretek oktatására kerül sor:

- anatómiai, élettani, biokémiai és biostatistikai alapismeretek;
- alapismeretek a matematika, fizika és számítástechnika területén;
- műszaki és biológiai rendszerek leírására használható módszerek ismerete, élettani folyamatok és szabályozások modellezése és jellemzése;
- orvosbiológiai mérésekhez, valamint terápiás kezelésekhöz szükséges műszerek főbb moduljainak és ezek diagnosztikai, illetve terápiás alkalmazásának ismerete;
- alapvető kommunikációs, vezetési és mérnöketikai ismeretek;
- minőségbiztosítási, munkahelyi egészség és biztonsági alapismeretek;
- orvosi informatikai alapismeretek.

## Az orvosbiológiai mérnök szakirányon végzetten alkalmasak

- a szakterület törvényszerűségeinek, összefüggéseinek, problémáinak megértésére, eredeti ötletek felvetésére, a megszerzett tudás önálló alkalmazására és gyakorlati hasznosítására;
- a műszaki, gazdasági, humán erőforrások kezelésének komplex szemléletére;
- szakmai kooperációra, az integrált ismeretek alkalmazására;
- az orvosbiológiai tevékenységhez (orvosbiológiai berendezések tervezése, telepítése, üzemeltetése; orvosbiológiai jelek számítógépes analízise; gyógyszerek és hatóanyagok, gyógyhatású anyagok, gyógyászati segédanyagok és segédesszközök fejlesztése és tesztelése; orvosbiológiai kutatásokhoz műszeres és mérés-technikai háttér kiválasztása, kísérlettervezés) kapcsolódó feladatok megoldására.

### A felvétel és a diploma kiadásának feltételei

A mesterképzésbe való *felvétel feltétele*, hogy az alább felsorolt ismeretkörökben legalább 30 kredittel rendelkezzen a hallgató. A *diploma kiadásának feltétele*, hogy ezekben az ismeretkörökben legalább 60 kredittel rendelkezzen a hallgató. A diploma kiadásához a felvételtől még esetlegesen hiányzó krediteket a mesterfokozat megszerzésére irányuló képzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féléven belül, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

A felvételhez és a diploma kiadásához vizsgálandó ismeretkörök:

- természettudományos ismeretek (35 kredit): matematika (minimum 12 kredit), fizika (minimum 5 kredit), anatómia (minimum 6 kredit), élettan (minimum 6 kredit), biokémia (minimum 5 kredit), kémia, biológia;
- gazdasági és humán ismeretek (10 kredit): közgazdaságtan, környezetvédelem, minőségbiztosítás;
- számítástechnikai ismeretek (5 kredit);
- mérnöki alapismeretek (10 kredit): rendszerek analízise, tervezési ismeretek.

A mesterfokozat megszerzéséhez államilag elismert legalább középfokú, komplex nyelvvizsga letétele vagy azzal egyenértékű érettségi bizonyítvány, illetve oklevél megléte is szükséges bármely olyan élő idegen nyelvből, amelyen a szakmának tudományos szakirodalma van.

### A doktori képzésre való továbblépés lehetősége

A szakon diplomát szerző hallgatók mind orvosi, mind műszaki doktori iskolában folytathatják tanulmányaikat. A sikeres kutatómunkát készíti elő az elméleti alapo-zás, ezen belül a természettudományos alapismeretek (a hall-

gató előképzettségétől függően 20–30 kredit) oktatása. A szakmai törzsanyagban szereplő ismeretkörök elősegítik a későbbi doktori (PhD-) képzésben való részvételt. Az egészségügyi mérnök hallgatóknak lehetősége van akár a Semmelweis Egyetem, akár a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem valamelyik doktori iskolájában részt venni a doktori képzésben.

A sikeres doktori képzéshez szükséges kutatómunkára készít fel az, hogy a szak differenciált szakmai ismereteinek elsajátítása részben önálló munka keretében történik. A doktori képzésre készülő hallgatóknak ennek figyelembevételével történik az önálló munka kijelölése. A doktori képzésre készülőket lehetőséget kapnak kutatási projektekbe való bekapcsolódásra és ezekben részfeladatok önálló vagy kis csoportos megoldására.

A Semmelweis Egyetem és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem oktatói, kutatói és tanzsékei számos közös kutatásban vesznek részt. A hallgatók számára meghirdetett önálló feladatok sok esetben orvosi és mérnöki alapidiplomával rendelkezők együttműködését igénylik. A képzés eddigi tapasztalatai alapján az orvos–mérnök együttműködés jól előkészíti a későbbi tudományos tevékenységet, a kiemelkedő képességű hallgatók esetében a tanulmányi követelményeket meghaladóan közös publikációkat is eredményez. Az egészségügyi (orvosbiológiai) mérnök hallgatók közül eddig többen is felvételt nyertek a BME, illetve a Semmelweis Egyetem valamelyik doktori iskolájába. Ezek a hallgatók sikeresek voltak a fokozatszerzést tekintve.

### A szak mintatanterve

A szak mintatantervében a következő tantárgyak szerepelnek:

- *természettudományos alapismeretek*: molekuláris biológia, biofizika, rendszerélettani alapismeretek, matematika, funkcionális anatómia, fizika;
- *további alapoó ismeretek*: biomechanika, folyamatszabályozás;
- *gazdasági és humán ismeretek*: minőségmenedzsment, az orvostudományi kutatások etikai kérdései, kötele-

zően választható gazdasági és humán ismeretek: diagnosztika és készségfejlesztés szimulátorokkal, érvelés és tárgyalástechnika, mérnöki menedzsment;

- *szakmai törzsanyag*: klinikai műszeres diagnosztika és terápia, műszaki biológiai rendszerek elmélete, orvosbiológiai mérésstechnika, orvosbiológiai számítógépes gyakorlatok;
- *differenciált szakképzés*: önálló munka, kötelezően választható szakmai tantárgyak (kettőt kell teljesíteni a következő tantárgyak közül): beszéd- és hallásdiagnosztika, bioinformatika, biokompatibilis anyagok, biotechnológia, érzékelők az orvosbiológiában, gyógyszerészeti biotechnológia, orvosi képfeldolgozás, orvosi optikai műszerek.

Az orvosi, illetve egészségügyi alapképzettséggel rendelkezőknek anatómiai és élettani, a műszaki, informatikai, illetve természettudományos alapidiplomával rendelkezőknek matematikai és fizikai alapismereteket a képzés keretében nem kell tanulni.

Az első év után *szigorlatot* kell tenni, amelynek témakörei az orvosi, egészségügyi alapidiplomával rendelkezőknek matematika és fizika, a műszaki, informatikai, természettudományos alapidiplomával rendelkezőknek anatómia és élettan. *Diplomatervezés* a 3. és a 4. félévben szerepel, egyaránt 15 kredittel. A hallgatók 6 kreditnyi ismeretanyagot teljesen *szabadon választhatnak* meg.

### Irodalom

- [1] Nagel, J.: BIOMEDEA. In: Jarm, T., Kramar, P., Zupanic, A. (eds.): Medicon 2007 (IFMBE Proceedings 16). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, 1118–1121.
- [2] Jobbágy, Á.: Harmonisation in European higher education especially in the field of biomedical engineering. In: Roubik, K. (ed.): International Conference on Biomedical Education. Prague, Czech Republic, 19/Sep/2002–21/Sep/2002. Czech Technical University, 9–12.
- [3] Az oktatási miniszter 15/2006. (IV. 3.) rendelete az alap- és mesterképzési szakok képzési és kimeneti követelményeiről.

(Jobbágy Ákos dr.,  
Budapest, Pf. 91, 1521  
e-mail: jobbagy@mit.bme.hu)

„Az élet mindazon funkciók összessége, amelyek ellenállnak a halálnak.”

(François Xavier Bichat)